

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 797 131

⑫ N° d'enregistrement national : 99 09871

⑮ Int Cl⁷ : H 04 L 27/32

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 29.07.99.

⑬ Priorité :

⑭ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.02.01 Bulletin 01/05.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑯ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑰ Demandeur(s) : KURTOSIS INGENIERIE Société ano-
nyme — FR.

⑱ Inventeur(s) : GARREAU DOMINIQUE et FERNAN-
DEZ THIERRY.

⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire(s) : CABINET CHRISTIAN SCHMIT ET
ASSOCIES.

② PROCÉDE DE DISTRIBUTION D'INFORMATIONS.

③ Procédé de distribution d'informations.

Pour pouvoir transmettre des informations à haut débit dans une installation domestique ou industrielle on prévoit de recevoir les informations à haut débit émises par un émetteur distant dans un récepteur spécialisé. Ce récepteur spécialisé jouant un rôle de maître de réseau est alors muni de moyens pour transmettre ces informations par un canal en courants porteurs réalisé sur le réseau électrique de l'installation. En réception, un coupleur permet de prélever ces informations à partir du réseau électrique. On montre qu'en agissant ainsi on peut s'affranchir de la nécessité de devoir réaliser une infrastructure spécifique pour cette transmission à haut débit et qu'on peut ainsi jouir de points de prélèvement en tous lieux, un réseau d'alimentation électrique étant d'une manière générale distribué d'une manière extensive dans un immeuble. Par ailleurs on choisit plusieurs caractéristiques de modulation et de transmission pour résister aux parasites et aux défauts de transmission inhérents à un tel type de réseau. On montre en particulier que les caractéristiques retenues à cette occasion peuvent être exploitées par ailleurs dans un contexte différent. Notamment on prévoit qu'une égalisation temporelle de canal qui est coûteuse ne s'est pas réalisée systématiquement dans un émetteur et dans un récepteur mais uniquement

dans l'un ou l'autre et que par ailleurs cette égalisation temporelle de canal peut ne concerner que certaines fréquences d'un spectre global transmis, celles pour lesquelles le rapport signal sur bruit est bon alors que pour les autres l'efficacité de l'égaliseur est moindre.

FR 2 797 131 - A1



Procédé de distribution d'informations.

La présente invention a pour objet un procédé de distribution d'informations binaire, à haut débit. Elle vise à utiliser des infrastructures existantes pour transmettre les informations. L'invention est plus particulièrement utile dans un environnement de taille réduite encore que son utilisation soit envisageable sur un très grand domaine géographique.

Dans le domaine de la transmission des informations on connaît, notamment par l'article "Very High Speed Digital Subscriber Lines" de John M. Cioffi et Al, publié par la revue IEEE Communications Magazine, en avril 1999, pages 72 à 79, un inventaire de toutes les techniques utilisables pour transmettre des informations avec un haut débit sur une ligne d'abonné, typiquement une paire de fils de cuivre, notamment de fils de cuivre torsadés. On connaît par ailleurs dans ce domaine des déclarations successives indiquant des limites, à chaque fois repoussées, de débit d'informations transmissibles. En pratique on distingue dans ces techniques des techniques dites HDSL, High Speed Digital Subscriber Line, lignes d'abonné à haut débit, qui sont utilisables avec des débits de l'ordre de 100 Kbit par seconde sur des centaines de kilomètres, les techniques dites ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line, lignes d'abonnés dissymétrique permettant des débits de 1 à 2 Mbit par seconde sur quelques kilomètres et les techniques VDSL, Very High Speed Digital Subscriber Line, lignes d'abonnés à très haut débit, qui permettent des débits de l'ordre de 10 Mbit par seconde sur des distances plus faibles, par exemple de 300 m.

Par ailleurs, notamment dans le domaine domotique, on connaît des problèmes d'infrastructure liés à l'équipement des maisons ou des immeubles de bureaux avec des connexions à haut débit. En effet, l'arrivée d'une tête de câble coaxial, d'une paire torsadée, d'une fibre optique, ou d'un accès satellitaire, notamment dans le cadre de la distribution de la télévision, ouvre la porte à des utilisations du réseau Internet par l'accès offert par le câblo-opérateur qui installe le câble. L'inconvénient de cette technique est que le câble coaxial ainsi amené ne propose qu'une seule tête : un seul endroit d'utilisation. Dans une utilisation domestique, il peut être utile de disposer à plusieurs endroits d'une maison d'une prise, en attente, permettant de connecter à la demande un équipement ou de jouer avec cette

prise d'un haut débit de transmission accessible avec un tel câble coaxial. Un tel câble coaxial peut par ailleurs être utilisé d'une manière multipoint en munissant chaque extrémité laissée en l'air avec un circuit présentant une impédance caractéristique. Ces circuits se présentent généralement sous la
5 forme d'un bouchon connectable sur un connecteur de type BNC. Ce type de distribution est notamment utilisé dans le domaine de l'informatique de bureau, pour les petits réseaux informatiques locaux.

L'inconvénient présenté avec cette technique à câble coaxial est cependant que la distribution des points d'accès à travers une habitation ou
10 un immeuble implique des travaux d'infrastructure, des passages de câble et des réalisations de prise de connexion.

Par ailleurs il existe des possibilités d'utiliser une ligne téléphonique aboutissant chez un abonné. Dans ce cas deux problèmes subsistent. D'une part la distribution des points d'accès n'est pas aussi générale que pourraient
15 le souhaiter les utilisateurs, encore que dans les habitations modernes la présence de prises téléphoniques dans chaque pièce d'habitation devienne une norme. Mais d'autre part cette méthode de transmission souffre des limites de bande passante existant dans les concentrateurs de lignes d'abonnés permettant de relier plusieurs habitations d'une zone d'habitations
20 à un central téléphonique. En pratique, les circuits des concentrateurs ont des bandes passantes qui sont inférieures à 100 KHz ce qui ne permet pas d'atteindre les hauts débits envisagés ci-dessus, de l'ordre de 10 Mbit par seconde.

Dans l'invention, pour résoudre ce problème on utilise principalement
25 une technique de courants porteurs. La constitution d'un canal en courants porteurs nécessite premièrement un couplage d'un émetteur, ou d'un récepteur de signaux à transmettre, à une ligne conductrice existante, en général la ligne d'alimentation électrique d'un bâtiment, ou éventuellement une des nombreuses lignes de distribution téléphonique répartie par
30 arborescence dans ce bâtiment. Un couplage de ce type est connu. Il a pour effet d'isoler l'émetteur et le récepteur des signaux de puissance distribués sur la ligne dans le cas présent de l'ordre de 50 Hz pour l'alimentation électrique, ou dont la fréquence est inférieure à 30 KHz pour les signaux téléphonique. Il a en même temps pour effet de provoquer un découplage
35 électrique pour éviter que la haute tension présente sur la ligne, tension

d'alimentation électrique de l'ordre de 220 Volts ou 110 Volts, ou tension de 80 Volts impulsionnelle dans le cas d'une sonnerie véhiculée par une ligne téléphonique, ne vienne perturber le fonctionnement de cet émetteur et de ce récepteur. Par ailleurs un tel coupleur permet de coupler à la ligne utilisée, ligne d'alimentation électrique ou ligne téléphonique existante, les informations à transmettre ou à recevoir.

Dans ce cas la bande passante de cette transmission est décalée. Dans un exemple préféré dans l'invention, cette bande passante sera comprise entre 150 KHz et un peu plus de 5 MHz. En effet au-delà de 5 ou 6 MHz, le canal par courants porteurs ne propage pas correctement les signaux sauf à recourir à des artifices très complexes. Dans l'invention on reçoit alors dans un point d'accès à un réseau global, notamment par un câble coaxial, une fibre optique, une paire torsadée ou autres, dans un récepteur spécialisé, par exemple un décodeur fourni par un câblo-opérateur, des informations binaires à haut débit. Ces informations binaires peuvent être d'une part des signaux de télévision dans les bandes passantes connues et d'autre part des signaux de données, résultant par exemple d'une connexion à Internet de l'utilisateur et d'une transmission des résultats d'une requête émise par cet utilisateur. Le décodeur ou dispositif maître de l'invention décode les signaux reçus et les transmet à un terminal d'utilisation, typiquement un micro-ordinateur dans le cadre d'une utilisation d'Internet, par l'intermédiaire d'une liaison par courants porteurs. Ce dispositif maître de réseau distribue ainsi l'accès au réseau global, dans l'ensemble du bâtiment, en courants porteurs.

A ce titre l'invention a pour objet un procédé de distribution d'informations binaires à haut débit provenant d'un émetteur distant dans lequel

- on reçoit un flot d'informations dans un récepteur spécialisé en relation avec l'émetteur distant,
- on transmet ce flot d'informations du récepteur spécialisé à un terminal d'utilisation situé à proximité, caractérisé en ce que
 - on transmet, par un canal en courants porteurs, le flot d'informations entre le récepteur spécialisé et le terminal d'utilisation par un réseau, notamment un réseau électrique d'alimentation.

Dans un autre domaine, celui de la modulation en mode DMT, Discrete MultiTone modulation-Modulation multifréquence discrète, il est connu de transmettre des informations entre un émetteur et un récepteur en séparant une bande passante importante, ici typiquement de 150 KHz à plus
5 de 5 MHz dans l'exemple, en un nombre important de bandes de fréquence élémentaires contiguës. Dans l'exemple qui sera pris dans la suite de l'invention on retiendra un nombre de 128 fréquences dont la largeur est pour chacune de 39,0625 KHz ce qui conduit à une bande globale de 5 MHz. Dans ce cadre, un problème spécifique apparaît du fait d'un réseau
10 arborescent comme l'est un réseau d'alimentation électrique dans une maison. Ce problème spécifique est celui des multiples réflexions auxquelles les terminaisons de ce réseau soumettent les signaux qui s'y propagent. Le canal ainsi constitué entre deux points donnés de ce réseau est un canal peu sympathique parce qu'il est le siège de ces réflexions, parce que par ailleurs
15 il est de nature changeante, et enfin parce qu'il est très bruité.

Il est par ailleurs de nature changeante parce qu'il suffit que l'utilisateur connecte un appareil électrique à une prise de courant, ou tout simplement allume une lampe pour que le circuit des réflexions réparties soit bouleversé et amène d'autres perturbations ou des perturbations différentes.
20 Enfin, un tel canal en courants porteurs est bruité parce que certains appareils, du type aspirateur, machine à laver ou installation de chauffage présentent au démarrage des cosinus φ différents de 1 et sont donc le siège de bruits dont la durée est typiquement de l'ordre d'une milliseconde à dix millisecondes.

On distingue par ailleurs des bruits d'interférence à bandes étroites résultant d'émetteurs publics ou institutionnels émettant dans une bande de l'ordre de 200 KHz et pour lesquels le réseau réparti constitue une antenne de captage. Par ailleurs, à une fréquence de 150 KHz, on note une intervention de bruits provoqués par des radioamateurs. Dans l'article cité ci-
30 dessus, il est discuté l'intervention de ces bruits sur certaines bandes de fréquence du canal multifréquence. Alors que théoriquement l'interférence devrait être limitée à une seule sous-bande, dans la pratique on a pu montrer que de nombreuses bandes connexes étaient aussi perturbées.

Ces défauts du canal retentissent en une réponse impulsionnelle du
35 canal en courants porteurs conduisant typiquement à une durée

d'établissement de l'ordre de 15 microsecondes. Pour résoudre le problème inhérent à cette durée de réponse non nulle, il est connu de transmettre les informations binaires dans des blocs et de séparer les blocs par un temps de garde égal à la durée de réponse impulsionnelle du canal. Le temps de garde ainsi constitué intervient alors globalement comme un facteur de réduction de débit utile. Comme on le verra par la suite, on sera amené à prévoir des blocs d'informations dont la durée de transmission est de l'ordre de 25,6 microsecondes. Dans ce cas la présence d'un temps de garde de 15 microsecondes est rédhibitoire : il fait presque chuter de 50 % la capacité de transmission du canal. On résout alors le problème impliqué par cette durée longue de réponse impulsionnelle en plaçant dans les circuits connectés à de tels canaux des égaliseurs temporels, TEQ Time Equalizer.

L'objet de tels égaliseurs temporels est en résumé de provoquer un retard à l'émission pour certaines composantes spectrales se propageant plus vite (par exemple des composantes spectrales hautes) par rapport à une avance à l'émission pour d'autres composantes spectrales (par exemple des composantes spectrales basses). Il en résulte que, vu d'un terminal, les signaux semblent arriver tous en même temps, sans subir des effets d'interférence intersymboles de cette réponse impulsionnelle lente du canal. En pratique on arrive à abaisser facilement le temps de réponse du canal de quinze microsecondes à cinq microsecondes, mais non pas à zéro microseconde qui serait la solution idéale.

Dans l'invention on résout également ce problème en plaçant des circuits égaliseurs temporels sur le chemin de transmission. Cependant, du fait de la complexité de ces circuits égaliseurs temporels, leur coût est élevé. Pour réduire alors sensiblement le coût de l'installation, on prévoit dans l'invention d'utiliser de préférence un seul circuit égaliseur temporel par installation. Ce circuit égaliseur sera installé dans un circuit maître de réseau, typiquement le décodeur envisagé plus haut. Dans sa relation descendante avec des terminaux d'utilisation, le circuit égaliseur effectue alors une égalisation temporelle a priori : les composantes hautes fréquence sont retardées avant leur émission. Dans l'autre sens, sens montant, lorsque le terminal d'utilisation émet des informations à destination du circuit central, le décodeur, le circuit égaliseur retarde avant de les traiter les composantes hautes fréquences. De cette façon, la communication entre le décodeur et le

terminal d'utilisation peut se passer comme si le temps de réponse du canal était réduit, typiquement il sera réduit à moins de 5,6 microsecondes au lieu des quinze microsecondes connues.

Dans ce cas, s'il y a plusieurs terminaux d'utilisation et que ceux-ci
5 doivent être capables d'échanger des informations entre eux, le haut débit de transmission entre eux sera obtenu par une transmission préalable au circuit maître et par une ré-émission par le circuit maître à destination d'un autre terminal d'utilisation des informations émises par un premier terminal d'utilisation. Cependant, même en agissant ainsi, le temps de calcul du
10 circuit égaliseur est encore élevé. En effet ce calcul doit être réalisé à chaque changement important de la réponse impulsionnelle du canal, ce qui est particulièrement fréquent en courants porteurs. Dans l'invention, on réduit ce temps de calcul en simplifiant ce circuit égaliseur, en ne le faisant intervenir que pour un nombre limité de composantes spectrales : celles pour
15 lesquelles le rapport signal sur bruit est le meilleur. On montrera qu'en agissant ainsi on obtient le résultat souhaité à moindre frais.

L'invention a donc pour objet un procédé de distribution d'informations binaires à haut débit provenant d'un émetteur dans lequel

- on transmet par un canal un flot d'informations entre un émetteur et
20 un récepteur, notamment par un canal en courants porteurs formé par un réseau électrique d'alimentation,

- on module les informations du flot dans l'émetteur avec une modulation en mode DMT, modulation discrète multifréquence, de préférence synchronisée et de préférence sur 2^N porteuses, et on les
25 démodule en correspondance dans le récepteur,

- on égalise temporellement le canal,
caractérisé en ce que

- on égalise temporellement le canal pour certaines des fréquences pour lesquelles le rapport signal sur bruit est plus favorable que pour des
30 autres fréquences.

De ce point de vue l'émetteur peut même se situer dans un satellite. Dans ce cadre des modulations en mode DMT, il est aussi connu qu'une des bandes de fréquence soit destinée à véhiculer un signal pilote, typiquement un signal à une fréquence fixe, chargé d'aucune information mais utile
35 notamment pour effectuer une synchronisation. Dans les réseaux distribués

de type électrique, il est par ailleurs nécessaire de véhiculer des informations de signalisation, voire d'adressage, à bas débit. De tels signaux de signalisation sont par exemple des signaux de télécommande utilisés dans des installations domotiques pour mettre en marche, à partir d'un panneau central, une machine à laver à une heure prévue à l'avance, ou un four ou bien encore pour mettre en sommeil un chauffage central dans certaines pièces seulement pendant l'absence des habitants. Ou encore un tel panneau central permet de gérer la télésurveillance et le fonctionnement de détecteurs anti-intrusion de l'immeuble. Malgré la diversité de ce type d'équipement, la quantité d'informations à transmettre est faible. Elle ne nécessite pas les débits évoqués ci-dessus et est en général assurée par des liaisons spécialisées (qui impliquent elles-mêmes une modification d'infrastructure par passage de fils spécialisés).

Dans l'invention, on résout ce problème sans avoir à tirer de lignes spécialisées en tirant profit dans le cadre d'une modulation en mode DMT de la présence d'un signal pilote. En pratique, on utilise une bande de fréquence adjacente à celle du signal pilote, et on compare un signal véhiculé par cette bande de fréquence adjacente au signal véhiculé par la bande de fréquence pilote. Dans la bande adjacente, de préférence la modulation est de type PSK, Phase Shift Keying-modulation par décalage de phase. On montrera alors qu'il suffit de mesurer pendant une même période les signaux délivrés dans ces deux bandes de fréquence, de les multiplier l'un par l'autre, de transmettre les résultats de cette multiplication dans un accumulateur, et de tester à des moments choisis le résultat de cet accumulateur pour en déduire la phase, donc l'information, véhiculée par la bande de fréquence adjacente. On obtient alors à bas coût un moyen de distribuer des informations à bas débit.

L'invention a donc également pour objet un procédé de transmission entre un émetteur et un récepteur dans lequel

- on émet depuis l'émetteur un flot d'information selon une modulation en mode DMT,
- une des fréquences porteuses de ce mode de modulation sert de fréquence pilote, caractérisé en ce que
- une fréquence porteuse dans ce mode de modulation, adjacente à la

fréquence porteuse pilote, est modulée selon une modulation de type PSK.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

5 Figure 1 : une représentation schématique d'un immeuble, une maison, dans laquelle peut être mis en œuvre le procédé de l'invention ;

Figure 2 : la représentation schématique d'un organe spécialisé, ou maître (un décodeur typiquement), intervenant comme organisateur des transmissions dans le réseau ;

10 Figure 3 : un diagramme temporel permettant d'indiquer les valeurs préférées de réglage des paramètres des différents circuits intervenant dans le procédé de l'invention ;

Figure 4 : une représentation schématique du fonctionnement d'un filtre égaliseur temporel ;

15 Figure 5 : une représentation schématique de types de modulation, de type QAM Quadrature Amplitude Modulation-modulation en phase et en amplitude, pour plusieurs constellations ;

Figures 6 et 7 : une illustration de la mise en œuvre d'une fréquence pilote et d'une fréquence adjacente, modulées en PSK, et permettant la transmission des signaux de signalisation à bas débit.

20 La figure 1 montre une habitation 1 utilisable pour mettre en œuvre le procédé de l'invention. Des informations binaires à haut débit 2 proviennent d'un émetteur 3 distant. Dans ce but l'émetteur 3 est par exemple relié par un câble à une antenne 4 rayonnant en direction d'une antenne 5 d'un utilisateur. Ou bien l'émetteur 3 est relié à un câble 6, notamment coaxial et souterrain. Le câble 6 et ou l'antenne 5 sont reliés à un récepteur spécialisé 7 qui est ainsi en relation avec l'émetteur 3 distant. Dans la pratique le récepteur spécialisé peut être un récepteur du type décodeur de télévision, notamment parce que les signaux véhiculés par transmission hertzienne ou par le câble 6 seront modulés à très haute fréquence, par exemple à 2000 MHz.

25 Le récepteur spécialisé 7 transmet le flot d'informations à un terminal d'utilisation 8. Dans la pratique le terminal d'utilisation 8 peut être un micro-ordinateur. Ce terminal d'utilisation peut être placé dans l'une quelconque des pièces 9 de l'immeuble 1. Le terminal d'utilisation peut être de nature

35

différente, par exemple être un téléviseur ou un téléphone 10, auquel cas les informations binaires à transmettre seront au moins en partie des informations vocales. Le terminal d'utilisation peut également être un équipement de la maison, par exemple un circuit de chauffage d'eau chaude
5 11, auquel cas les informations à transmettre ne seront pas nécessairement à haut débit mais seront seulement des informations de signalisation ou de commande.

Dans l'invention, on tire partie de l'existence d'un réseau 17 de distribution électrique raccordé, par exemple par l'intermédiaire d'un
10 compteur électrique 12, à un réseau public 13 d'alimentation électrique. Alors que la liaison entre le compteur 12 et le réseau 13 peut être de type triphasé, à 4 fils, la liaison interne dans l'immeuble 1 sera de préférence monophasée, avec 2 fils, éventuellement 3 fils avec une prise de terre. Dans l'invention on considère que l'émetteur 3 est distant du récepteur 7, alors que le terminal 8
15 est proche du récepteur 7. Dans l'état de la technique, la liaison entre le récepteur 7 (qui pouvait tout simplement être un modem) et le terminal 8 était une liaison directe 14 spécialisé.

Dans l'invention on place à la sortie du récepteur 7 un émetteur 15
raccordé par un coupleur 16 au réseau électrique 17. L'ensemble récepteur
20 7, émetteur 15, et coupleur 16 forme ce qu'on appelle par la suite le récepteur spécialisé. Les fonctions de réception et de décodage du récepteur 7 sont connues. De même, les fonctions et structures des coupleurs tels que 16 sont connues. On s'attachera donc dans l'invention à décrire plus précisément la structure de l'émetteur 15. Telle que la liaison est montrée,
25 elle permet une transmission, depuis l'émetteur 3 et en passant au travers du récepteur spécialisé 7-15-16, des informations vers le terminal d'utilisation 8. Dans l'autre sens le récepteur spécialisé 7-15-16 sera complété par un émetteur spécialisé 16-18-19 ayant une structure complémentaire et qui peut être mis en relation avec un récepteur 20 distant. Le récepteur 20 distant
30 forme avec le récepteur 3 un émetteur récepteur distant. Bien entendu le terminal 8, en plus d'une alimentation électrique 21 à partir du réseau électrique, est couplé à ce réseau électrique par une interface 22 effectuant par ailleurs un traitement des informations transmises comparable à celui de l'émetteur 15, du récepteur 18 et du coupleur 16.

35 Dans l'invention on transmet donc par un canal en courants porteurs

le flot d'informations entre le récepteur spécialisé et le terminal d'utilisation 8. Cette transmission est réversible, le terminal 8 communiquant avec le récepteur 18. Le récepteur 18 peut alors soit mettre en œuvre l'émetteur 19, en vue de se connecter au récepteur 20, soit mettre en œuvre l'émetteur 15 en vue de transmettre des informations à un autre terminal connecté au réseau d'alimentation électrique 17. Cet autre terminal sera de préférence un autre micro-ordinateur bien qu'ici on ait montré que l'autre terminal pouvait être un téléphone 10 ou un simple appareil électrique 11.

A cet égard, l'invention peut alors servir pour constituer un réseau local de transmission entre plusieurs micro-ordinateurs. Le débit global de l'installation étant élevé, en pratique plusieurs dizaines de Mbit, le débit peut subir sans altération rédhibitoire le passage par un circuit maître constitué par l'émetteur 15 et le récepteur 18. Ces derniers jouent ensemble un rôle de passerelle pour des transmissions d'informations entre plusieurs terminaux d'utilisation. A ce titre l'émetteur récepteur 15-18 peut être placé dans le récepteur spécialisé 7-15-16-18-19, le décodeur de télévision comme évoqué ci-dessus. Il pourra néanmoins aussi être placé dans l'un quelconque des terminaux 8. Dans ce cas une liaison 23 entre un tel décodeur 7-19 et le reste du circuit maître 15-16-18 devrait être une liaison spécialisée.

On a montré que les divers équipements étaient reliés à la fois par des liaisons d'alimentation électrique au réseau 17, et par des liaisons fonctionnelles, par les coupleurs 16. La prise de connexion sur le réseau 17 peut néanmoins être unique, les coupleurs 16 pouvant être situés à l'intérieur du récepteur spécialisé ou du terminal 8. Par ailleurs ces derniers peuvent être à alimentation électrique autonome : ils n'utilisent fondamentalement dans l'invention le réseau d'alimentation 17 que pour transmettre les informations à haut débit. De même le réseau 17 montré préférentiellement comme un réseau d'alimentation électrique pourrait être un réseau de transmission téléphonique de l'immeuble 1. Dans un cadre régional (plusieurs dizaines de kilomètres), ces réseaux peuvent être un réseau électrique régional ou un réseau téléphonique filaire à grande distance.

La figure 2 montre une architecture préférée des moyens utilisés dans l'invention pour transmettre des informations à haut débit. Typiquement l'émetteur 15-récepteur 18 fonctionne sous le contrôle d'un microprocesseur 24 en relation, par un bus 25 d'adresse de données et de commandes, avec

une mémoire programme 26, une mémoire de données 27. Ce bus 25 est aussi en relation avec le récepteur 7 et l'émetteur 19. Le récepteur 7 et l'émetteur 19 sont de type connu.

5 La mémoire programme 26 comporte un programme 28 notamment muni d'un sous-programme 29 de mise en œuvre d'une modulation en mode DMT. Dans ce but, l'émetteur 15 comporte un circuit modulateur 30 du type multifréquence. Le circuit modulateur 30 comporte ainsi des modulateurs tels que 31 capables de moduler chacun une porteuse. De préférence le nombre des modulateurs est une puissance de 2 (2^N porteuses). Chaque modulateur
10 tel que 31 du circuit modulateur 30 reçoit en entrée des signaux de données I et Q (de type connu) produits par le récepteur 7 et qui lui sont transmis par le microprocesseur 24. Des fréquences centrales de bandes contiguës f_1 , f_2 f_2^N sont séparées les unes des autres par un pas constant. Ces bandes forment une base orthogonale. Dans un exemple N vaut 7 et il y a 128
15 fréquences, chaque bande de fréquence ayant une largeur de 39,0625 KHz.

Parce que les signaux I et Q sont numériques, un circuit modulateur 31 est par exemple un circuit à accumulation de phases comme on en connaît dans le domaine de la téléphonie mobile. Le circuit modulateur 31 délivre des signaux analogiques qui sont additionnés par simple
20 superposition dans un additionneur 32. En pratique l'additionneur 32 peut être un simple point de connexion de toutes les sorties des circuits modulateurs tels que 31. L'additionneur 32 est relié en aval au coupleur 16 avant connexion au réseau électrique 17.

En réception dans le terminal 8, l'interface 22 comporte un coupleur
25 33 et un démodulateur 34. Comme indiqué dans le livre traitement numérique du signal de Maurice Bellenger, Edition Dunod, Paris 1998, on peut assimiler la modulation multifréquence du modulateur 30 à une transformée de Fourier inverse. Dans ce cas, en démodulation, on utilisera un circuit de transformée de Fourier pour extraire de chaque composante
30 fréquentielle l'information binaire qu'il véhiculait. En pratique on utilisera des circuits 34 de transformée de Fourier rapide, Fast Fourier Transform, FFT. En pratique cette modulation et cette démodulation sont réalisées sous une forme logicielle, les notions de circuits accumulateurs de phase, d'additionneur et de circuits de transformée de Fourier rapides n'étant
35 présentées que pour illustrer le traitement entrepris.

Sur la figure 3 on a montré, dans une alternance 35 impaire d'un signal alternatif de puissance, une transmission de type montante 36 alors que pendant une alternance paire suivante 37 la transmission correspondante 38 est descendante. Conventionnellement une transmission
5 montante signifie que le terminal 8 parle au circuit maître 15, 18, une transmission descendante signifiant une transmission en sens inverse. Une convention différente peut néanmoins être choisie, en particulier sur la signification des alternances paires et impaires.

Dans tous les cas, compte tenu que le canal présente une réponse
10 impulsionnelle à retard non nul, il y a un certain temps d'établissement d'une tension correspondant à l'application d'un échelon de tension. On évoque ainsi ici l'évolution d'un signal, en théorie binaire, et qui, après démodulation dans le circuit 34, n'atteint analogiquement sa valeur finale qu'après un temps de retard. On découpe alors des périodes 39 de transmission de
15 signaux (dans un sens ou dans l'autre), en des durées 40 de transmission entrelacées avec des durées 41 de temps de garde. La démodulation indiquée ci-dessus dans un circuit 34 de type FFT n'est cependant justifiée que si le signal à démoduler est périodique. On met alors à profit l'existence de ce temps de garde 41 pour faire émettre par le modulateur 30 une
20 répétition d'une partie des signaux émis pendant la durée utile de transmission 40. Dans ce cas on peut soit faire transmettre pendant la durée 41 un préambule 42 émis pendant la durée 40, soit faire transmettre une partie finale 43 du signal émis pendant une durée 44 immédiatement consécutive au temps de garde 41. Une telle périodisation est de type connu.

Des circuits 45 (figure 2) chargés de réaliser la périodisation
25 pourraient être des circuits effectuant la mise en place d'un préfixe cyclique 41. Une simple ligne à retard dont la durée est égale à la durée 39 peut être utilisée à cet effet. Un bloc 44 à émettre est ainsi retardé d'une durée égale à la période 39 de transmission alors que par ailleurs la partie finale 43 du bloc
30 44 peut passer librement, avant le bloc lui-même. Un circuit de commutation simple permettrait de réaliser un tel circuit 45. En réception dans le circuit 22 un circuit de préfixe cyclique inversé 46 comporte simplement un circuit de fenêtrage pour enlever la composante répétée correspondant aux périodes 41. Ici encore, la réalisation de ces fonctions est sous forme logicielle plutôt
35 que matricielle.

En pratique, la durée 39 correspond à la prise et au traitement de 256 échantillons par le circuit 34, quand ce circuit 34 est piloté d'une manière classique par une horloge à 10 MHz. Dans ce cas la durée de prélèvement de ces 256 échantillons est de 25,6 microsecondes. Le nombre de 256 échantillons correspond aux 128 fréquences utilisées : en application du principe de Shanon il convient de prendre deux fois plus d'échantillons que de fréquences mises en œuvre. Le nombre d'échantillons est donc égal à 2^{N+1} . Le nombre de fréquence en puissance de deux est dicté par l'utilisation de fonctions de type FFT qui travaillent préférentiellement sur des nombres d'échantillons qui sont des puissances de deux.

De plus, sur une période entière du signal d'alimentation alternative, comportant les alternances 35 et 37 de durée 20 millisecondes, on a choisi de constituer 640 périodes telles que 39. Ceci conduit une période 39 à avoir une durée de 31,25 microsecondes et un temps de garde 41 à avoir une durée de 5,6 microsecondes. En agissant ainsi, et en retenant comme type de modulation dans chacun des circuits 31 une modulation de type QAM8 on peut envoyer pendant chaque période 39 huit bits par fréquence porteuse, c'est à dire 1 Kbit pour 128 porteuses pendant une période 39. Ceci conduit à un débit théorique du canal de 32 Mbit par seconde. En admettant un fonctionnement duplex alterné comme indiqué sur la figure 3, on peut avoir un débit utile entre terminaux de 16 Mbit par seconde, ou un débit entre le maître et l'un quelconque des terminaux de 32 Mbit par seconde. Ce débit est véhiculé dans une bande passante comprise entre 300 KHz et 6 MHz, qui passe facilement sur le réseau 17.

Selon ce qui a été indiqué précédemment, du fait de l'existence de la répartition arborescente du réseau 17, le canal en courants porteurs présente une réponse impulsionnelle longue, typiquement de quinze microsecondes. Dans l'invention, pour réduire un temps de garde correspondant qu'il faudrait instituer pour empêcher une interférence intersymbole (entre les signaux émis pendant les périodes 40 et 44), on prévoit de mettre en place un égaliseur temporel 47 entre l'additionneur 32 et le coupleur 16 (figure 2).

La figure 4 montre d'une manière tout à fait schématique le rôle d'un tel égaliseur temporel. La figure 4 illustre, à gauche, que des premiers signaux modulant une porteuse f_i , sont émis à une même date que des

deuxièmes signaux modulant une porteuse f_j . Ces premiers signaux arrivent dans le terminal 8 à une date antérieure à la date à laquelle arrive les deuxièmes signaux. Le retard n'est pas nécessairement dû uniquement à la fréquence. Il peut également être dû à des modes de réflexion sur les terminaisons non adaptées du réseau 17. Quelles que soient les raisons de ce retard, les différentes composantes spectrales ne subissent pas des durées de propagation identiques. Le phénomène est déterministe, bien que pour les différentes composantes il puisse varier au cours du temps, en fonction des diverses mises en service des équipements électriques branchés sur le réseau 17.

La figure 4 illustre à droite que le circuit 47 a pour objet de retarder les composantes spectrales f_i dont la propagation est plus rapide par rapport aux composantes f_j dont la propagation est plus lente. De ce fait, à la date de réception, le terminal 8 reçoit avec une phase correcte chacune des composantes f_i et f_j , comme elles avaient été émises à la date d'émission.

Un tel circuit 47 est réalisé ici sous la forme d'un filtre FIR Finite Impulse Response – filtre à réponse impulsionnelle finie. Un tel filtre effectue un traitement de type algébrique avec un nombre fini de coefficients. Le calcul des coefficients d'un tel filtre n'est pas très complexe, mais il y a quand même un intérêt à ne mettre un filtre 47 que dans le maître de réseau et non dans chaque terminal. En effet, le calcul de ces coefficients est coûteux si on prend en compte toutes les fréquences. Afin de diminuer ce coût, on ne réalise le calcul des coefficients du filtre 47 en ne prenant que les dix fréquences pour lesquelles le rapport signal à bruit (et conséquemment le débit) est le meilleur. Dans l'invention, pour résoudre en partie le problème de ce coût de calcul, on prévoit d'autre part de ne mettre en place qu'un seul circuit égaliseur 47 dans un réseau 17. En effet, autant le circuit 47 peut fonctionner à l'émission, autant il peut fonctionner en réception dans le récepteur 18. Dans ce cas ce circuit 47 est utilisé, par l'intermédiaire de connexions 48 et 49 et d'un duplexeur correspondant (non représenté), soit dans le circuit 15 soit dans le circuit 18. En effet, l'effet est utilisable aussi bien dans le sens décrit, de l'émetteur 15 vers l'interface récepteur 22 que dans un sens inverse, d'un émetteur 50 du terminal 8 vers le récepteur 18. Le filtrage peut être appliqué à n'importe quel moment de la transmission : à l'avance dans le sens de l'émetteur 15 vers le récepteur terminal 18, ou a

posteriori dans l'autre sens.

De ce fait les terminaux tels que 8, 10 ou autres n'ont pas besoin de disposer d'un tel circuit égaliseur temporel 47.

La figure 2 montre par ailleurs la présence d'autres terminaux, par exemple le terminal B et le terminal C en complément du terminal A, 8, envisagé jusqu'ici. Compte tenu que les terminaux B et C ne sont pas nécessairement placés au même endroit, dans la même pièce 9, que le terminal 8, le réglage du circuit 47 quand il est en communication (en émission ou en réception) avec le terminal A sera différent du réglage quand il est en communication avec le terminal B ou le terminal C.

Dans le but de régler ce problème, le programme 28 comporte un sous-programme 51 d'apprentissage. Le principe de ce sous-programme 51 consiste à envoyer séparément chacune des composantes spectrales depuis le terminal A en direction du récepteur 18, à des dates cadencées bien précises et connues d'émission, et à mesurer les différents retards de réception par le récepteur 18. On acquiert ainsi pour le terminal A les paramètres de réglage du circuit 47. Dans l'invention on admet, bien que cela puisse ne pas être tout à fait exact, que les retards de transmission dans un sens, descendant, sont les mêmes ou ont la même répartition que les retards de transmission dans le sens montant (ceux mesurés). L'expérience montre que cette supposition a priori injustifiée apporte suffisamment de simplification pour rendre acceptable la présence d'un seul égaliseur temporel par réseau 17.

Toutefois compte tenu d'une trop grande diversité de placement des terminaux A, B et C on préfère prévoir des jeux de coefficients de réglage différents pour chacun de ces terminaux. Compte tenu du caractère changeant du réseau 17, on prévoit même d'effectuer l'apprentissage très régulièrement, par exemple à chaque alternance impaire 35, au début d'une transmission montante 36. Dans ce cas la première durée 40 d'émission est dévolue au lancement d'une séquence d'apprentissage par un terminal A (ou un autre), celui à qui le circuit maître 15-18 a donné la main. Le réglage immédiat du circuit 47 assure la réception correcte. Bien entendu ces réglages TEQ_j sont mémorisés dans la mémoire 27 pour être utilisés en fonction du besoin. Ils y sont modifiés au fur et à mesure des nouvelles connexions.

Le mode de modulation DMT nécessite par ailleurs de définir un type de modulation. Selon un mode préféré, les modulations des signaux f_i (f_1 à f_2^N) seront réalisées selon une modulation de type QAM i en fonction d'un sous-programme 52 contenu dans la mémoire programme 26. Comme

5 indiqué précédemment, certaines des fréquences f_i seront pénalisées par des bruits extérieurs. On sait notamment que la bande située autour de 600 KHz est déjà pénalisée par les interventions des radioamateurs. En définitive les signaux transmis dans ces différentes bandes sont plus ou moins soumis aux bruits.

10 Dans l'invention on prévoit que si, pour une bande de fréquence, un rapport signal sur bruit est faible l'indice de modulation sera faible alors que si le rapport signal sur bruit est élevé alors l'indice de modulation pourra être plus élevé. Par exemple figure 5 on a montré une constellation à quatre points, QAM2, permettant de transmettre sur une fréquence de porteuse

15 deux bits pendant une période 39. Juste à droite, on a représenté une modulation avec 8 points de constellation permettant de transmettre 3 bits avec une modulation QAM3. Dans le meilleur cas on pourra transmettre avec une modulation QAM10 à 1024 points de constellation 10 bits sur une porteuse.

20 De la même façon, on a découvert dans l'invention que le réglage de l'égaliseur temporel était influencé par le bruit présent dans les différentes bandes de fréquence. Dans son principe un égaliseur temporel parfait doit avoir pour effet qu'un échelon de signal se transmette en un échelon de signal idéalement identique. Dans l'invention, on s'est rendu compte que si

25 on effectuait une telle transformation on aboutissait alors à transmettre aussi très bien les canaux très bruités : on rehaussait en définitive la contribution de bruit apportée par ces canaux bruités. Pour éviter alors cet effet néfaste, on a eu l'idée de ne provoquer l'égalisation temporelle que pour les canaux pour lesquels le rapport signal sur bruit est bon.

30 En pratique, compte tenu que pendant la période d'apprentissage on peut non seulement mesurer les retards de transmission des différents canaux mais également mesurer la quantité des bruits reçus sur chacun de ces canaux on est capable d'en déterminer les meilleurs. Dans un exemple particulièrement pratique sur 128 canaux on a ainsi résolu de ne traiter que

35 les dix meilleurs. De ce fait d'une part on réduit notablement la complexité de

l'égaliseur 47 puisque au lieu de traiter 128 canaux il n'en traite plus que dix. En outre cette réduction s'opère sans véritable dégradation et même avec une amélioration de la qualité de transmission. Cela se produit parce que pour la plupart, les canaux qui ne sont pas recalés temporellement sont des canaux bruités pour lesquels, par ailleurs afin de tenir compte du bruit on 5 provoque une certaine redondance en abaissant l'indice de modulation. En agissant ainsi on obtient un émetteur 15 particulièrement efficace et bon marché.

La fonction de transfert du canal suivi de l'égaliseur temporel 67 est 10 optimisée pour être aussi courte que possible. Cependant, elle ne constitue pas une impulsion de dirac et sa transformée de Fourier ne vaut donc pas identiquement un. Cela se traduit, pour chaque fréquence de la modulation DMT, par un gain complexe. Afin de corriger l'effet de ce gain complexe, le 15 résultat de la FFT dans le récepteur pour chaque porteuse est de préférence multipliée par un facteur correctif égal à l'inverse du gain complexe du canal et de l'égaliseur pour la fréquence considérée. Ainsi comme certaines composantes fréquentielles sont plus particulièrement atténuées que d'autres, on met en place un égaliseur fréquentiel 52 dans la chaîne de transmission. Cet égaliseur fréquentiel, comme l'égaliseur temporel 47, peut 20 n'être mis en œuvre que dans un seul des deux équipements : l'émetteur 15 ou l'émetteur récepteur 22. Dans le cas montré, on l'a mis en œuvre dans l'émetteur récepteur 22. Dans ce cas dans le sens descendant l'égaliseur fréquentiel 52 aura un rôle de rétablissement spectral alors que dans le sens montant il aura un rôle de pré-accentuation spectrale.

25 Les figures 6 et 7 montrent une particularité de mise en œuvre du procédé de transmission de l'invention. En effet pour des adressages et pour des réglages de différents appareils électriques, il importe de se synchroniser et de transmettre, d'une manière particulièrement simple, des informations à bas débit. Dans le mode DMT, il est connu qu'une des fréquences de 30 porteuse serve de fréquence pilote. Elle est émise pure, sans modulation. Dans l'invention on a choisi, figure 6, comme fréquence pilote 53 un signal alternatif constant avec une fréquence basse. Par exemple pour éviter des problèmes d'harmoniques, on a choisi la composante d'indice 13 : de fréquence 13 fois 39,0625 KHz. La composante 53 permet ainsi en 35 association avec un compteur de synchroniser des horloges présentes dans

le microprocesseur 24 ainsi que dans un microprocesseur, non représenté, du terminal 8 et ou du récepteur 22.

Pour transmettre des informations à bas débit on utilise alors selon une solution particulièrement simple une composante fréquentielle 54
5 adjacente à la fréquence pilote. Ici on a montré qu'on utilisait une composante fréquentielle 54 plus haute que la fréquence pilote c'est à dire 14 fois 39,0625 KHz.

Tel que représenté, les signaux véhiculés par ces deux composantes 53 et 54 passent par des zéros en même temps à des dates t_1 et t_2
10 séparées par une durée 39 de 25,6 microsecondes. On fait passer le signal reçu, transmis par le coupleur 33, dans un filtre 55 qui ne laisse passer que la composante 53 (à 13 fois 39,0625 KHz) alors qu'un autre filtre en parallèle 56 ne laisse passer que la composante adjacente 54 (à 14 fois 39,0625 KHz). On détecte dans des détecteurs en aval, respectivement 57 et 58, les
15 signaux produits. On obtient en sortie des détecteurs 57 et 58 des signaux binaires, positifs ou négatifs au fur et à mesure de la transmission des alternances des signaux 53 et 54. En multipliant les signaux produits par les détecteurs 57 et 58 dans un multiplicateur 59, et en intégrant le signal de sortie du multiplicateur 59 dans un accumulateur 60 on obtient un signal dont
20 la valeur évolue lentement et qui est globalement montrée par les indications 61 et 62 comme valant +1 dans une première partie de la durée t_1 t_2 et comme valant -1 pendant la deuxième partie de cette durée. Le multiplicateur 59 à un bit est en pratique une simple porte logique ET. A une date intermédiaire t_3 , située juste au milieu de la durée entre les dates t_1 et
25 t_2 , le signal délivré par l'accumulateur 60 est nul.

La représentation de la figure 6 montre ici une phase du signal 54 nulle à la date t_1 . On conçoit que si cette phase n'avait pas été nulle à la date t_1 , à la date t_3 les signaux de sortie de l'accumulateur 60 ne seraient pas nuls. Ils seraient décalés, plus ou moins, dans un sens ou dans un autre
30 selon la phase initiale du signal 54 à la date t_1 . Dans l'invention, on choisit alors de transmettre sur la bande adjacente, celle du signal 54, une modulation de type PSK à 8 points de constellation. Et on détecte la valeur en sortie de l'accumulateur 60 à la date t_3 . C'est à dire qu'on peut ainsi transmettre 3 bits pendant une durée de 31,25 microsecondes. Ceci conduit
35 à un débit d'information d'environ 96 Kbits par seconde. On obtient ainsi un

débit faible mais tout à fait comparable au débit connu pour les modems du commerce les plus performants.

- 5 Plutôt que choisir une adjacence directe entre la composante 53 et la composante 54, on aurait pu choisir une adjacence indirecte avec, dans le cas présent, des composantes à 11 ou 15 fois 39,0625 KHz. Cependant, on doit se cantonner aux fréquences basses pour assurer un bon rapport signal à bruit. Les fréquences de la porteuse de synchronisation et de la porteuse de communication à bas débit doivent être voisines afin de pouvoir négliger le déphasage induit par le canal entre ces deux fréquences.

REVENDEICATIONS

- 1 - Procédé de distribution d'informations binaires à haut débit
5 provenant d'un émetteur distant dans lequel
- on reçoit un flot d'informations dans un récepteur spécialisé en relation avec l'émetteur distant,
 - on transmet ce flot d'informations du récepteur spécialisé à un terminal d'utilisation situé à proximité,
- 10 caractérisé en ce que
- on transmet, par un canal en courants porteurs, le flot d'informations entre le récepteur spécialisé et le terminal d'utilisation par un réseau, par exemple un réseau électrique d'alimentation.
- 2 - Procédé de distribution d'informations binaires à haut débit dans
15 lequel
- on transmet un flot d'informations d'un terminal d'utilisation à un émetteur spécialisé situé à proximité l'un de l'autre,
 - on émet ce flot d'informations depuis cet émetteur spécialisé à destination d'un récepteur distant,
- 20 caractérisé en ce que
- on transmet, par courants porteurs, le flot d'informations entre le terminal d'utilisation et l'émetteur spécialisé par un réseau électrique d'alimentation.
- 3 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce
25 que
- on module les informations du flot dans le récepteur spécialisé ou le terminal avec une modulation du type DMT, modulation discrète multifréquence, de préférence synchronisée et de préférence sur 2^N porteuses, et on les démodule en correspondance dans le terminal ou
- 30 l'émetteur spécialisé.
- 4 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que
- on répartit les informations binaires du flot en des lots de bits,
 - on transmet les lots pendant des durées de transmission, les durées étant égales entre elles et étant séparées les unes des autres par un temps
- 35 de garde,

- on périodise la transmission des lots de bits en transmettant pendant les temps de garde des informations correspondant à ces lots de bits.

5 - Procédé selon l'une des revendications 3 à 4, caractérisé en ce que

5 - on égalise temporellement le canal en courants porteurs.

6 - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que

- on optimise les coefficients d'un égaliseur temporel du canal en courants porteurs pour des fréquences pour lesquelles le rapport signal sur bruit est meilleur que pour les autres fréquences.

10 7 - Procédé selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que

- des porteuses de la modulation DMT sont modulées en amplitude et en phase (QAM) selon une constellation dont le nombre de points est plus grand pour des fréquences pour lesquelles le rapport signal sur bruit est meilleur que pour des autres fréquences.

15 8 - Procédé selon l'une des revendications 6 à 7, caractérisé en ce que

- on procède à une phase d'apprentissage de transmission en émission et en réception pour connaître respectivement les fréquences pour lesquelles le rapport signal sur bruit est meilleur.

20 9 - Procédé selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que

- on relie plusieurs terminaux au réseau d'alimentation électrique,
- on modifie des coefficients d'égalisation temporelle quand on passe
25 d'une transmission d'information entre un terminal et l'émetteur spécialisé ou le récepteur spécialisé à une transmission d'information entre un autre terminal et l'émetteur spécialisé ou le récepteur spécialisé.

10 - Procédé selon l'une des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que

30 - on égalise temporellement le canal en courants porteurs uniquement dans l'émetteur spécialisé et dans le récepteur spécialisé.

11 - Procédé selon l'une des revendications 3 à 10, caractérisé en ce que

- on égalise fréquentiellement le canal en courants porteurs, de
35 préférence uniquement dans le terminal.

12 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que

- pour transmettre des informations d'un premier terminal à un second terminal raccordés sur le même réseau électrique d'alimentation, on les transmet du premier terminal à l'émetteur spécialisé, de l'émetteur spécialisé au récepteur spécialisé, et du récepteur spécialisé au deuxième terminal.

13 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que

- on synchronise les transmissions sur une date de passage par zéro d'un signal d'alimentation électrique alternative présent sur le réseau d'alimentation électrique.

14 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que

- une des fréquences porteuses du mode de modulation DMT sert de fréquence pilote, et
- une autre fréquence porteuse de ce mode de modulation, adjacente à la fréquence porteuse pilote, est modulée selon une modulation de type PSK.

15 - Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que la modulation de type PSK est une modulation de type 8PSK.

16 - Procédé selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que

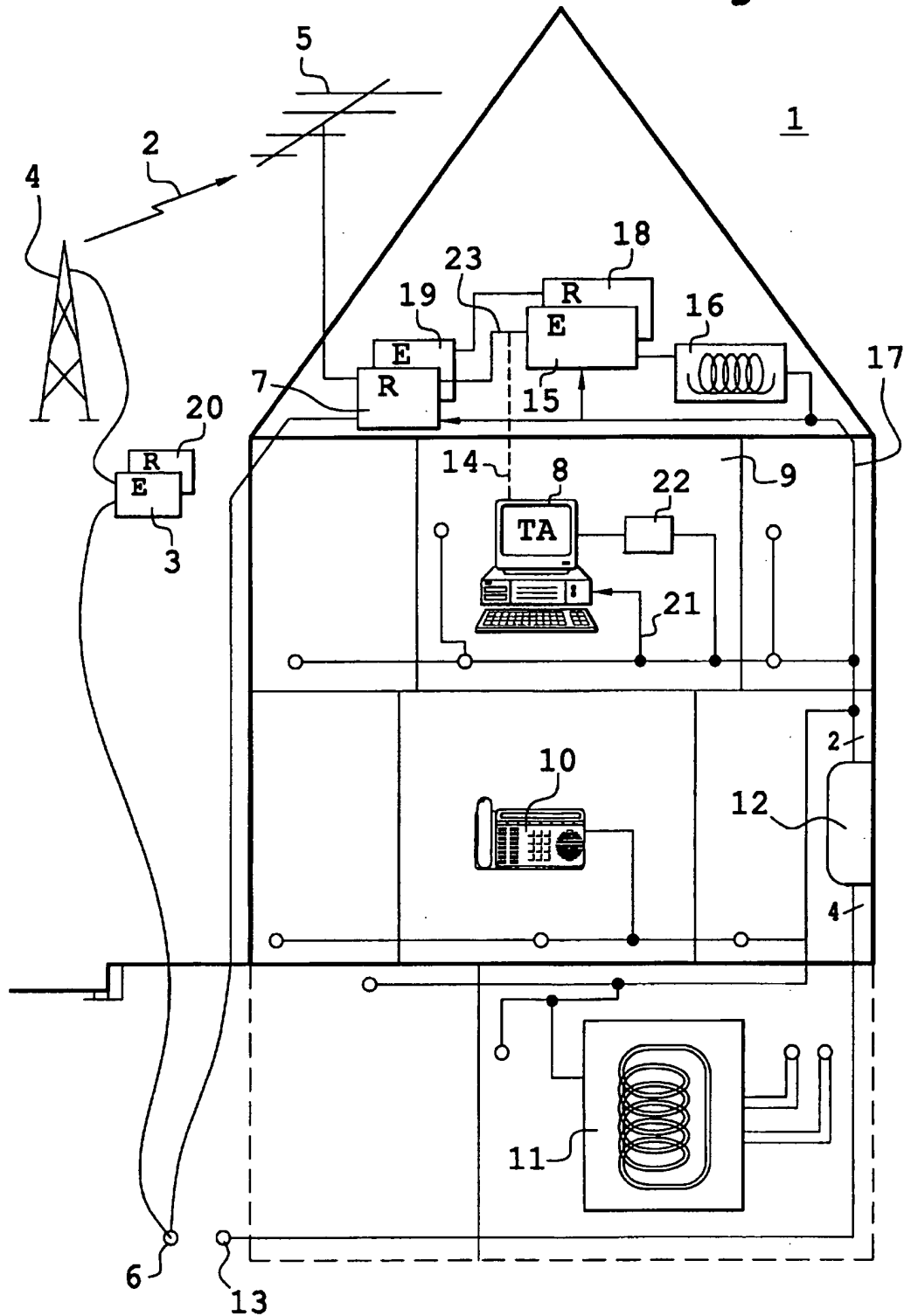
- la fréquence porteuse pilote et la fréquence porteuse adjacente sont des fréquences porteuses basse du spectre de modulation du mode DMT.

17 - Procédé selon l'une des revendications 13 à 16 caractérisée en ce que

- l'adjacence est directe.

18 - Procédé selon l'une des revendications 13 à 17, caractérisée en ce que

- les porteuses directement adjacentes sont séparées les unes des autres de 39,0625 KHz.

Fig. 1

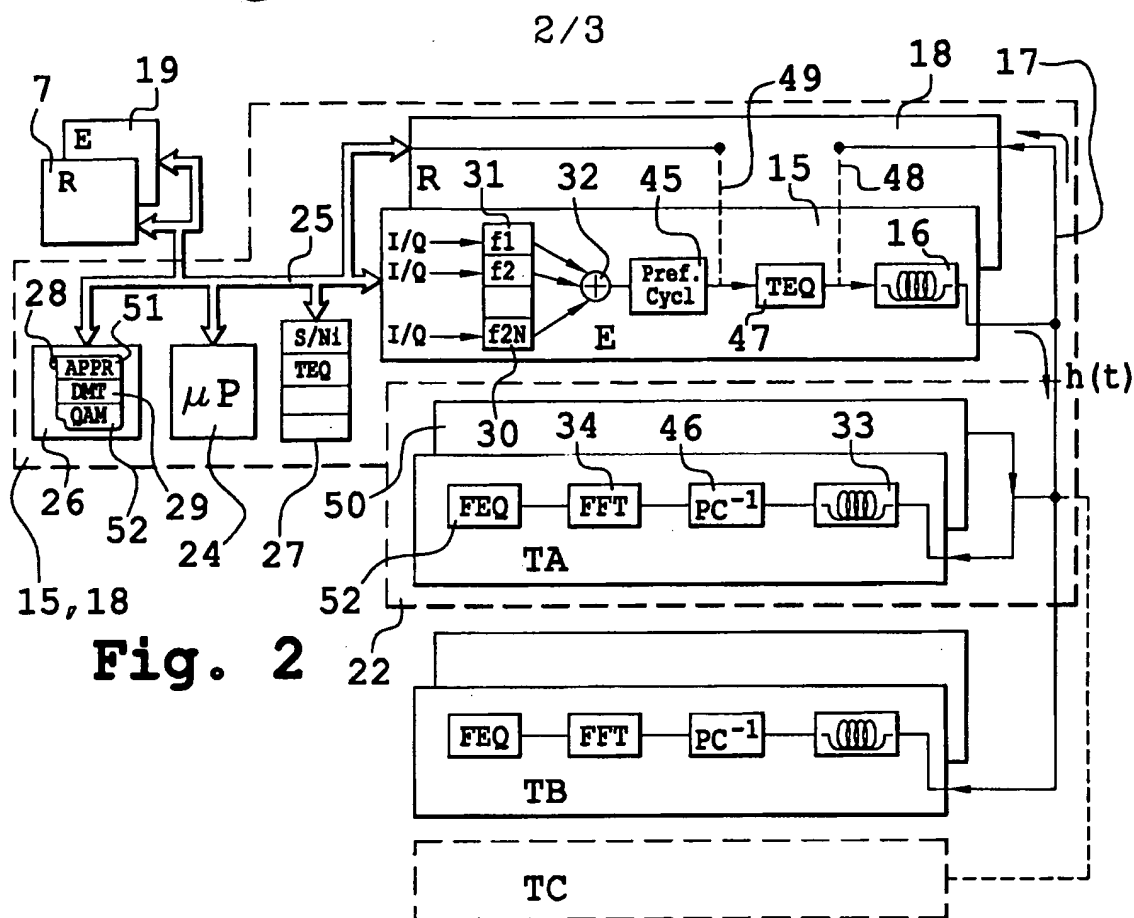


Fig. 5

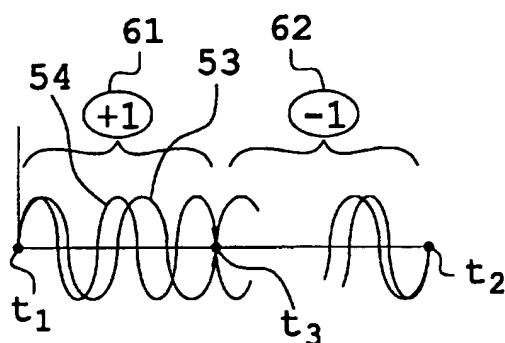
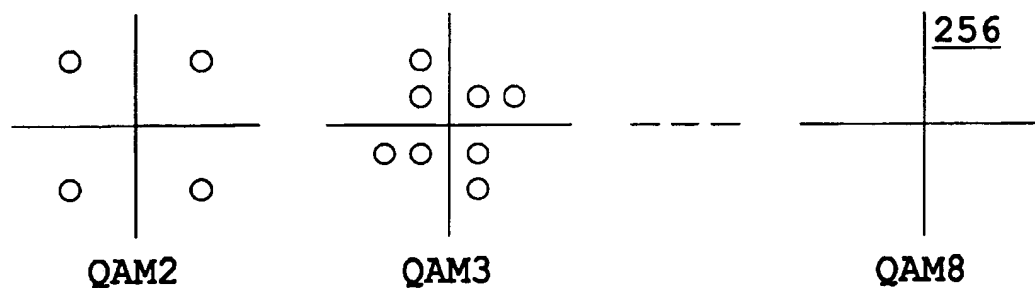


Fig. 6

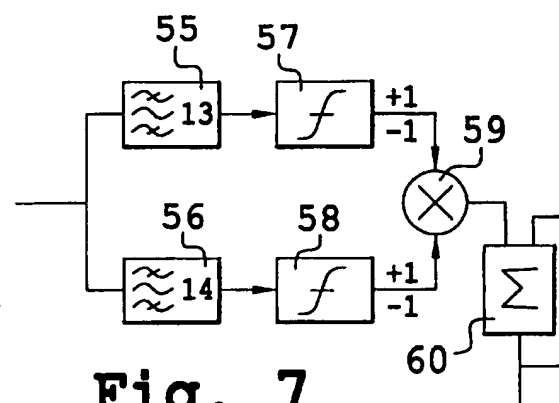
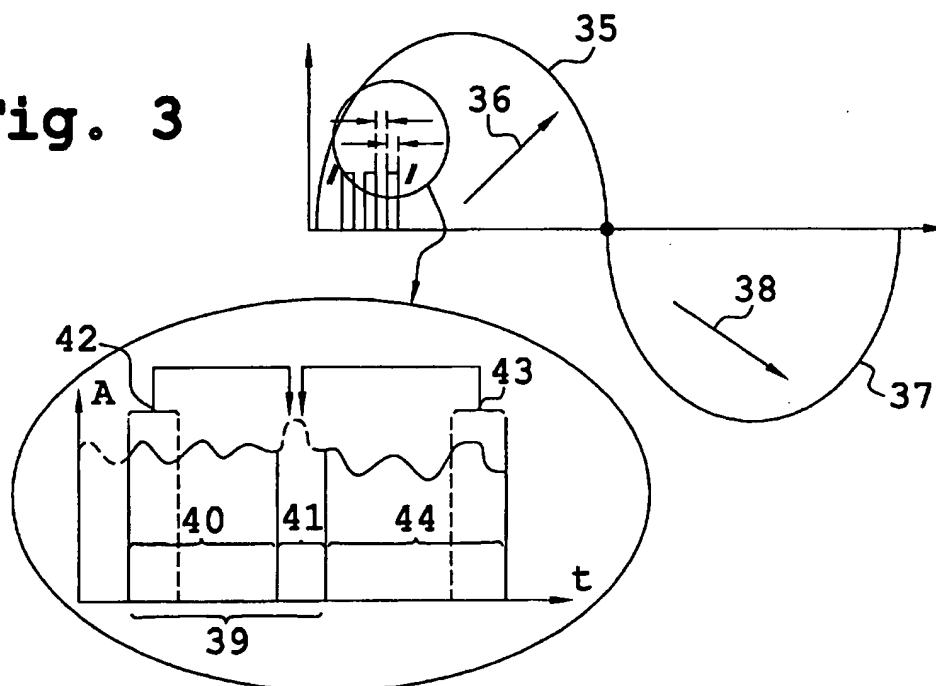
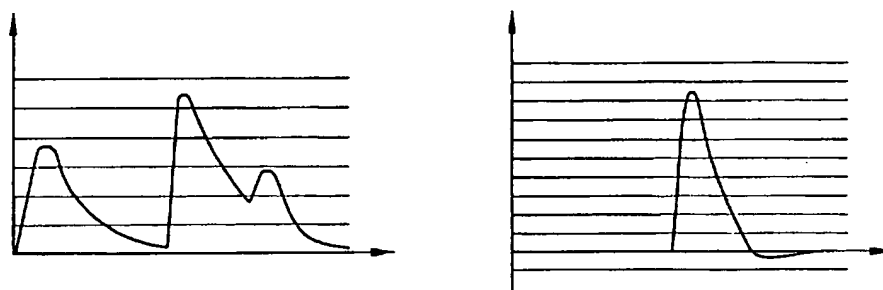


Fig. 3**Fig. 4**

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 580690
FR 9909871

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE 197 16 011 A (ABB RESEARCH LTD) 22 octobre 1998 (1998-10-22) * abrégé *	1-4
Y	* colonne 4, ligne 27 - ligne 46 *	5-8, 10
A	* colonne 5, ligne 49 - ligne 54 *	18
X	DICKMANN G ET AL: "DIGITAL SIGNAL PROCESSING FOR MULTI-CARRIER DATA TRANSMISSION ON PHASE-CONTROLLED POWER LINES WITH NONLINEARITIES" INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS (ISCAS), US, NEW YORK, IEEE, 1995, pages 889-892, XP000558825 ISBN: 0-7803-2571-0 * abrégé * * section 3 * * section 3.2 * * figure 5 *	1-3, 7, 11, 14
D, Y	CIOFFI J M ET AL: "VERY-HIGH-SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINES" IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, US, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, N.J., vol. 37, no. 4, avril 1999 (1999-04), pages 72-79, XP000823990 ISSN: 0163-6804 * page 75, colonne de droite, dernier alinéa - page 76, colonne de gauche, alinéa 1 * * page 77, colonne de droite, dernier alinéa - page 78, colonne de gauche, alinéa 1 * * figure 8 *	5-8, 10
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.7)
		H04B H04L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
27 avril 2000		Langinieux, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>		

2

EPO FORM 1503 03.02 (P/MC13)

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 580690
FR 9909871

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	<p>RAMSELER S ET AL: "MV and LV powerline communications: new proposed IEC standards"</p> <p>1999 IEEE TRANSMISSION AND DISTRIBUTION CONFERENCE (CAT. NO. 99CH36333), 1999 IEEE TRANSMISSION AND DISTRIBUTION CONFERENCE, NEW ORLEANS, LA, USA, 11-16 APRIL 1999, pages 235-239 vol.1, XP002136480</p> <p>1999, Piscataway, NJ, USA, IEEE, USA ISBN: 0-7803-5515-6</p> <p>* section III *</p>	1-3,6
E	<p>EP 0 975 097 A (CIT ALCATEL)</p> <p>26 janvier 2000 (2000-01-26)</p> <p>* abrégé *</p> <p>* alinéa '0024! *</p> <p>* alinéa '0027! *</p> <p>* alinéa '0034! *</p> <p>* revendications 1-4,8,9 *</p>	1-4,11
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
27 avril 2000		Langinieux, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>		